

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-96364

(43) 公開日 平成7年(1995)4月11日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 1/00	3 3 0 L	8727-4E		
B 2 1 C 37/08	A			
B 2 3 K 1/20	F	8727-4E		
31/02	3 1 0 F	8315-4E		
35/28	3 1 0 D			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平5-242808	(71) 出願人	000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
(22) 出願日	平成5年(1993)9月29日	(72) 発明者	柳川 裕 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	須田 英男 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	相吉沢 康 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 アルミ製熱交換器用複合チューブとその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 アルミ製熱交換器用複合チューブを用いる熱交換器において、接合温度を低くし、長期にわたる信頼性を確保すると共に、コスト低減を計る。

【構成】 溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブの表面の少なくとも一部に、半田としてGe: 0.1~5wt%、Cu: 0.1~4wt%、Sn: 10~70wt%、Al: 0.5~10wt%を含有し、残部Znと不可避的不純物とからなるZn-Sn基合金を被覆したもので、被覆はZn-Sn基合金を該Zn基合金の融点+30℃以上、410℃以下の温度でフラックス、超音波またはこれらを併用した溶融めっきにより被覆する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブの表面の少なくとも一部に、半田としてGe: 0.1~5wt%, Cu: 0.1~4wt%, Sn: 10~70wt%, Al: 0.5~10wt%を含有し、残部Znと不可避免の不純物とからなるZn-Sn基合金を被覆したことを特徴とするアルミ製熱交換器用複合チューブ。

【請求項2】 溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブの表面の少なくとも一部に、半田としてGe: 0.1~5wt%, Cu: 0.1~4wt%, Sn: 10~70wt%, Al: 0.5~10wt%を含有し、残部Znと不可避免の不純物とからなるZn-Sn基合金を、該Zn-Sn基合金の融点+30℃以上、410℃以下の温度で被覆することを特徴とするアルミ製熱交換器用複合チューブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アルミ製熱交換器用複合チューブとその製造方法に関するもので、特に溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブを用いる熱交換器において、接合工程における接合温度を低くし、更に接合部の耐蝕性を向上させ長期にわたる信頼性を確保すると共に、コスト低減を図ったものである。

【0002】

【従来の技術】アルミ製熱交換器は構造が複雑であるため、一般的にAl-Si系合金ろう材をクラッドしたブレージングシートを組立品の構成部品の一部に使用し、芯材の融点直下である約600℃に昇温し、ノコロックろう付け法、真空ろう付け法等の炉中ろう付けを行い、構成部品間を接合することにより組み立てられている。例えばチューブに電線管を用いる熱交換器においては、チューブの穴あき腐蝕を防ぐために、チューブ材をブレージングシートとしている。一方、冷間または熱間押出しにより成形したチューブを用いる熱交換器においては、チューブにブレージングシートを使用できないため、フィン材をブレージングシートとし、チューブの穴あき腐蝕を防止する目的でチューブ表面にZnを溶射した後ろう付けをしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般にアルミ製熱交換器は、ブレージングシートの形でAl-Si系合金ろう材を用いてろう付けされるため接合温度が約600℃と高く、更にこの温度はろう材以外の材料の融点に接近しているため、厳密な温度制御が不可欠である。また真空あるいは不活性ガス雰囲気中に保持する必要があることから、設備費、ランニングコストが高いという問題がある。また上記電線管チューブの場合には皮材に使用されるろう材の融点により、芯材に使用される材料が制約を受けており、更にクラッド材を使用するため、これらの

屑の再利用が実質的にできないという問題があった。

【0004】そこでブレージングシートの形でAl-Si系合金ろう材を用いてろう付けすることに替えて、半田付けによって接合する方法も考えられるが、例えば通常の半田合金（Zn-Sn2元合金）を使用した場合、接合温度は低くなるものの、接合界面から腐蝕が発生しやすくなるという問題があった。この理由の詳細は不明であるが、半田合金とAlとの接合界面にAlに比べはるかに電位的に卑な層が生成するためであると考えられる。

【0005】本発明はこれに鑑み種々検討の結果、アルミ系材料との接合をより低温（具体的には、410℃以下）で行え、コスト低減と長期にわたる信頼性を確保できるアルミ製熱交換器用複合チューブ、特に電線管チューブのように溶接により形成されるチューブとその製造方法を開発したものである。即ち本発明複合チューブは、溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブの表面の少なくとも一部に、半田としてGe: 0.1~5wt%, Cu: 0.1~4wt%, Sn: 10~70wt%, Al: 0.5~10wt%を含有し、残部Znと不可避免の不純物とからなるZn-Sn基合金を被覆したことを特徴とする。

【0006】本発明複合チューブの製造方法は、溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブの表面の少なくとも一部に、半田としてGe: 0.1~5wt%, Cu: 0.1~4wt%, Sn: 10~70wt%, Al: 0.5~10wt%を含有し、残部Znと不可避免の不純物とからなるZn-Sn基合金を、該Zn-Sn基合金の融点+30℃以上、410℃以下の温度で被覆することを特徴とし、Zn-Sn基合金をフラックス、超音波またはこれらを併用する溶融メッキにより被覆する。

【0007】

【作用】本発明は上記の如く、溶接により成形したAlまたはAl合金製チューブの表面の少なくとも一部に、Zn-Sn基合金（半田合金）を被覆した複合チューブを用いることによりチューブと熱的に接合する必要がある部品として、ブレージングシートを必要とせず、より低温での接合が可能となる。このため例えばフィン材にJIS5000系（Al-Mg系）合金等の比較的低い液相点を持つ高強度材料の使用も可能であり、接合部品の薄肉化も可能となる。そしてチューブ表面に半田として被覆したZn-Sn基合金が、チューブ材に対して犠牲陽極層として作用するため、チューブの穴あき腐蝕を防止でき、長期にわたる信頼性を確保することが可能となる。

【0008】半田として被覆するZn-Sn基合金としては、Ge: 0.1~5wt%, Cu: 0.1~4wt%, Sn: 10~70wt%, Al: 0.5~10wt%を含有し、残部Znと不可避免の不純物とからなるZn

-Sn合金を用いる。

【0009】またチューブ表面へのZn-Sn合金の被覆法は、フラックスを用いる溶融めっき、或いは超音波を併用する溶融めっき等が経済的にも有利である。また処理するチューブにまずジンケート処理した後溶融めっきしても良い。

【0010】Zn-Sn合金におけるGeの添加は半田合金（Zn-Sn合金）の耐蝕性を改善し、長期に渡り健全な接合部を確保するためである。Geの添加量を0.1～5wt%としたのは、0.1wt%未満ではこれらの効果が不十分で耐蝕性の向上が不十分となり、また5wt%を超えても耐蝕性の改善は認められず、また必要以上のGeの添加はZn-Sn合金のコストを上げることになるからである。

【0011】Cuの添加は半田合金（Zn-Sn合金）と接合部品（チューブ、フィン等）との界面での腐蝕を低減させ、短時間で接合部が剥離することを防ぐためである。Cuの添加量を0.1～4wt%としたのは、0.1wt%未満ではこれらの効果が不十分であって耐蝕性の向上が不十分であって、また4wt%を超えても耐蝕性の改善は認められず、また融点が増し、流動性、広がり性が低下して接合作業性が悪くなるからである。

【0012】Alの添加は、溶融Zn及び溶融Snの酸化を防止し、融点を下げて溶融めっき及び接合作業を容易にすると共に、Alとの濡れ性を改善するためである。しかしてAlの添加量を0.5～10wt%と限定したのは、0.5wt%未満ではこれらの効果が不十分であり、10wt%を超えると融点が増し、Zn-Sn合金の広がり性を劣化させ、410℃以下の低温での接合作業性を悪くするためである。特にAl量は2～4wt%が望ましく、この場合Zn-Sn合金の融点が低く、接合作業性が良い。

【0013】Snの添加はZn-Sn合金の融点を低下させ、かつ該合金の流動性を高めて、広がり性（Alとの濡れ性）、溶融めっき性及び接合性を改善するためである。しかしてSnの添加量を10～70wt%と限定したのは、10wt%未満ではこれらの効果が不十分であって、410℃以下の接合温度ではアルミ系材料との健全な接合部が得られなく、70wt%を超えると融点は更に低下するものの、流動性の一層の改善は認められず、また必要以上のSnの添加は半田合金のコストを上げることになるからである。特にSnの添加量が50～65wt%であると、広がり性がよく、融点の低く望ましい。

【0014】またZn-Sn合金をAl材に被覆処理

する際の温度をZn-Sn合金の融点（液相点）+30℃以上、410℃以下としたのは次の理由による。被覆温度がZn-Sn合金の融点+30℃未満ではZn-Sn合金の広がり性が確保できず、健全な被覆ができにくいためである。また本発明におけるZn-Sn合金の融点は410℃以下であり、410℃を超える加熱は必要以上の加熱であり、エネルギーコスト的にも不利となるためである。

【0015】また本発明チューブを用いて他の熱交換器用部品と組み合わせ、これらを上記Zn-Sn合金により接合する際の温度は上記の被覆処理温度と同程度でよい。

【0016】

【実施例】以下本発明の実施例について説明する。JIS1100（Al-0.12wt%Cu）合金を用いて溶接によりチューブを形成した後、超音波を併用した溶融めっきにより表1、表2に示す組成の半田合金を、該チューブ外側に約30～40μmの厚さに被覆し、アルミ製熱交換器用複合チューブを作製した。なおこの際の被覆温度は表1、表2中の接合温度と同一の温度とした。

【0017】上記作製した複数のチューブの間にコルゲート加工を施したJIS3003（Al-0.15wt%Cu-1.1wt%Mn）合金からなるフィン材を挟み、表1に示す接合温度で接合し、図1に示すラジエータコアを組み立てた。図1において（1）はチューブ、（2）はフィン材を示す。従来例として、フィンにブラーシングシート（芯材はJIS3003合金、皮材はJIS4045（Al-10wt%Si）合金ろう材）を使用する従来法により同様のラジエータコアを組み立て、600℃に加熱して接合した。

【0018】これらのラジエータコアについて、フィンとチューブとの接合状態を目視にて調べ、その結果を表1、表2に示した。また、ラジエータコアより接合部分の一部を切り出し、樹脂に埋め込み研磨した後、接合部断面におけるフィレット形状を顕微鏡にて観察し、半田合金のAlとの濡れ具合を調べ、その結果を表1または表2に併記した。

【0019】次にこれらのラジエータコアを十分に水洗浄しフラックスを除去した後、塩水噴霧試験（JIS Z3271）を300時間行った。試験後接合部分を切り出し、樹脂に埋め込み、研磨後接合部の断面を顕微鏡観察した。その観察結果を表1、表2に併記する。

【0020】

【表1】

	No	半田合金組成 (wt%)					液相 点 ℃	接合 温度 ℃	接合 状態 * 1	フィレット 形状 * 2	腐蝕 状態 * 3
		Sn	Al	Cu	Ge	Zn					
本 発 明 例	1	12.0	3.0	2.5	1.0	残	368	405	A	B	A
	2	15.0	3.0	3.5	1.0	"	374	410	A	B	A
	2	15.0	5.0	3.5	1.0	"	364	400	A	B	A
	4	15.0	8.0	3.5	1.5	"	376	410	A	B	A
	5	30.0	1.0	1.5	2.0	"	365	400	A	B	A
	6	30.0	5.0	1.5	2.0	"	341	380	A	B	A
	7	50.0	0.5	1.0	1.5	"	345	380	A	B	A
	8	50.0	7.0	1.5	2.0	"	336	380	A	B	A
	9	50.0	3.0	1.0	1.5	"	322	360	A	A	A
	10	60.0	3.0	0.1	1.0	"	312	350	A	A	A
	11	60.0	3.0	1.0	1.0	"	314	350	A	A	A
	12	60.0	3.0	3.5	0.5	"	337	380	A	B	A
	13	60.0	3.0	1.0	0.1	"	323	360	A	A	A
	14	60.0	3.0	1.0	4.5	"	319	355	A	A	A
	15	65.0	3.0	1.0	2.0	"	309	350	A	A	A

【0021】

* * 【表2】

(表1の続き)

	No	半田合金組成 (wt%)					液相 点 ℃	接合 温度 ℃	接合 状態 * 1	フィレット 形状 * 2	腐蝕 状態 * 3
		Sn	Al	Cu	Ge	Zn					
比 較 例	16	8.0	3.0	3.0	1.5	残	385	420	B	C	C
	17	15.0	0.3	2.5	1.0	"	390	420	B	D	C
	18	15.0	12.0	2.5	1.5	"	393	420	C	D	D
	19	60.0	3.0	4.5	1.0	"	359	395	B	C	B
	20	60.0	3.0	0.05	0.05	"	317	360	A	A	C
	21	60.0	3.0	2.5	0.05	"	340	370	A	A	B
従 来 例	22	芯材にJIS3003 皮材にJIS4045 としたブレージングシートを用 いた従来の接合の場合					590	600	A	A	A

* 1 A : 接合状態良好 B : 部分的に接合 C : 接合 40
不可* 2 A : 連続的に良好なフィレットを形成
B : 部分的に良好なフィレットを形成 (一部不完全)
C : フィレットの形成が不完全 (十分な半田合金の盛り
上がりが見られない)
D : フィレットが全く形成されていない* 3 A : 接合界面で腐食が殆ど発生していない
B : 接合界面で腐食が多少発生している
C : 接合部剥離
D : 接合不可のため腐食試験中止【0022】本発明例No1~15によれば、従来例の
ろう付けに比べ、約200℃低い(410℃以下の)接
合温度で、フィレット形状が良好で健全な接合部分を得
ることができる。また接合部分の耐食性も良好である。【0023】一方本発明における半田合金 (Zn-Sn
基合金) の組成の範囲外である比較例No16~19は
410℃以下での接合では良好な接合状態が得られなか
った。またCu量やGe量が少ないNo20、21は、
腐蝕試験において、腐蝕しやすかった。【0024】以上本発明をアルミ製ラジエータコアを例
50 に説明したが、本発明はこれに限定されるものではな

く、溶接により形成したチューブを用いるAlまたはAl合金製熱交換器一般に適用できることは言うまでもない。

【0025】

【発明の効果】このように本発明によれば、従来のアルミ製熱交換器のろう付け工程よりも低い温度で接合ができ、接合工程のランニングコストを低減することができると共に、アルミニウムよりも電氣的に卑であるZn-Sn基合金がアルミ製熱交換器のチューブ材の表面を被覆しているので、該Zn-Sn基合金が犠牲的作用を

し、該チューブ材の穴あき腐蝕の発生を抑制することができる等、熱交換器の長期信頼性を確保することができる。以上のように本発明は工業上顕著な効果を奏するものである。

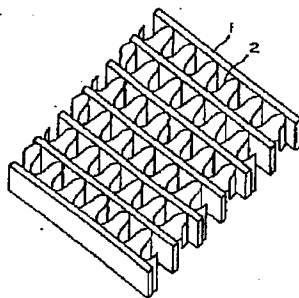
【図面の簡単な説明】

【図1】ラジエータコアの一例を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 1 チューブ
- 2 フィン材

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁵

C 2 2 C 18/00

F 2 8 F 21/08

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所